

(10) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特願2000-334606

(P2000-334606A)

(43) 公開日 平成12年12月5日 (2000.12.5)

(51) Int.Cl.

B 23 B 27/14
B 23 C 5/16
C 23 C 14/06
14/16

識別記号

F I

B 23 B 27/14
B 23 C 5/16
C 23 C 14/06
14/16

テ-マコード(参考)

A 3 C 0 4 6
4 K 0 2 9
P
B

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-76872(P2000-76872)

(22) 出願日 平成12年3月17日 (2000.3.17)

(31) 優先権主張番号 特願平11-75653

(32) 優先日 平成11年3月19日 (1999.3.19)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000233066

日立ツール株式会社

東京都江東区東陽4丁目1番13号

(72) 発明者 井上 謙一

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール

株式会社成田工場内

F ターム(参考) 30046 FF02 FF03 FF04 FF05 FF10

FF13 FF16 FF19

4K029 AA02 AA04 BA41 BA54 BA58

BB02 BC01 BC02 BD05 CA04

(54) 【発明の名称】 硬質皮膜被覆工具

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、従来のTiAlN皮膜に対し、更に耐酸化性、耐摩耗性を改善し、切削加工の乾式化、高速化に対応する硬質皮膜被覆工具を提供することが目的とする。

【構成】 硬質皮膜をa層(TiSi系窒化物等)、b層(TiAl系窒化物等)の皮膜を、それぞれ一層以上交互に被覆し、b層の皮膜を母材表面直上にし、かつa層の微細組織構造がTiを主成分とする窒化物、炭窒化物、酸窒化物もしくは酸炭窒化物中にSi, N, およびSiが独立した相として存在するように成膜することにより構成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高速度鋼、超硬合金、サーメット、セラミックスの何れかを母材とし、硬質皮膜のa層は金属成分のみの原子%で、Siが10%以上60%以下、B、Al、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上で10%未満、残りTiで構成される窒化物、炭窒化物、酸窒化物、酸炭窒化物のいずれかで、Si_xN_yおよびSiが独立した相として化合物中に存在し、b層は金属成分のみの原子%が、Al：40%越え75%以下、B、Si、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上で10%未満、残りTiで構成される窒化物、炭窒化物、酸窒化物、酸炭窒化物のいずれかであり、該a層、b層がそれぞれ一層以上交互に被覆され、かつ、b層が母材表面上にあることを特徴とする硬質皮膜被覆工具。

【請求項2】 請求項1記載の硬質皮膜被覆工具において、該硬質皮膜は物理蒸着法により被覆されたことを特徴とする硬質皮膜被覆工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、金属材料等の切削加工に使用される硬質皮膜被覆工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来はTiN、TiCN等を被覆した切削工具が汎用的かつ一般的であった。TiNは比較的耐酸化性に優れるため、切削時の発熱によって生じる工具のすくい面摩耗に対して、優れた耐摩耗性を示すだけでなく、母材との密着性も良好であることが特長である。また、TiCNは、TiNに比べ高硬度であるため、工具の逃げ面摩耗に対して優れた特性を示す。しかしながら、金属加工の高能率化を目的とした切削速度の高速化傾向に対し、上記硬質皮膜では、十分な耐酸化性、耐摩耗性を示さなくなつた。この様な背景から、皮膜の耐酸化性、耐摩耗性をより向上させる研究がなされ、その結果、特開昭62-56565号、特開平2-194159号に代表されるTiAlN皮膜が開発され切削工具に適用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 TiAlN皮膜は、その皮膜中に含有するTiとAlの成分比率により異なるものの、概略2300～2800のピッカース硬さを有すだけではなく、耐酸化性が、前記TiN、TiCNに比べ優れるため、刃先が高温に達する切削条件下においては、切削工具の性能を著しく向上させる。しかしながら、近年では切削速度が更に高速化する傾向に加え、乾式での切削加工が環境問題上重要視され、切削工具の使用環境はますます苛酷なものとなってきている。本発明者等の研究によれば、大気中におけるTiAlN皮膜の

酸化開始温度は、TiNの450℃に対し、Alの添加量に依存して750～900℃に向上する。しかしながら、前述の乾式高速切削加工においては、使用する工具の刃先温度が900℃以上の高温に達するため、前記TiAlN皮膜では、十分な工具寿命が得られないのが現状である。

【0004】

【本発明の目的】 本発明はこうした事情に鑑みなされたものであって、従来のTiAlN皮膜に対し、更に耐酸化性、耐摩耗性を改善し、切削加工の乾式化、高速化に対応する硬質皮膜被覆工具を提供することが目的である。

【0005】

【課題を解決するための手段】 発明者等は、硬質皮膜の耐酸化性、耐摩耗性および密着性に及ぼす、様々な元素の影響および皮膜の層構造について詳細な検討を行った結果、Siを適量含有したTiを主成分とする窒化物、炭窒化物、酸窒化物もしくは酸炭窒化物（以下TiSi系窒化物等と記す）と、TiとAlを主成分とした窒化物、炭窒化物、酸窒化物もしくは酸炭窒化物（以下TiAl系窒化物等と記す）に含まれる金属成分を特定値内に制限した皮膜を、それぞれ一層以上交互に被覆し、その際、上述のTiAl系窒化物等の皮膜を母材表面上にし、かつTiSi系窒化物等の微細組織構造が、Tiを主成分とする窒化物、炭窒化物、酸窒化物もしくは酸炭窒化物中に、Si_xN_yおよびSiが独立した相として存在するように成膜することで、乾式の高速切削加工において、切削工具の性能が極めて良好となることを見出し本発明に到達した。

【0006】 すなわち本発明は、高速度鋼、超硬合金、サーメット、セラミックスの何れかを母材とし、硬質皮膜のa層は金属成分のみの原子%で、Siが10%以上60%以下、B、Al、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上で10%未満、残りTiで構成される窒化物、炭窒化物、酸窒化物、酸炭窒化物のいずれかで、Si_xN_yおよびSiが独立した相として化合物中に存在し、b層は金属成分のみの原子%が、Al：40%越え75%以下、B、Si、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上で10%未満、残りTiで構成される窒化物、炭窒化物、酸窒化物、酸炭窒化物のいずれかであり、該a層、b層がそれぞれ一層以上交互に被覆され、かつ、b層が母材表面上にあることを特徴とする硬質皮膜被覆工具であり、更に上記硬質皮膜は、物理蒸着法により被覆されたことが望ましい。

【0007】 【発明の実施の形態】 はじめに請求項中記載のa層に関して、その構成要件について詳しく述べる。一般にTiAlN皮膜は、大気中で酸化テストを行うと、皮膜表面近傍のAlが最表面に外向拡散し、そこでアルミナ層を

形成する。本発明者らの研究によれば、このことが耐酸化性向上の理由と考えられるが、この時、アルミナ層直下には、Alを含有しない非常にポーラスなTi酸化物が形成する。静的である酸化テストにおいては、最表面に形成されたアルミナ層が、酸化の進行である酸素の内向拡散に対し、酸化保護膜として機能するものの、動的な切削加工においては、最表面のアルミナ層は、その直下のポーラスなTi酸化物層より容易に剥離してしまい、酸化の進行に対し十分な効果を発揮しない。しかしながら、TiSi系窒化物等は皮膜自体の耐酸化性が極めて高いだけでなく、最表面に酸化保護膜となるSiを含有する非常に緻密な複合酸化物層が形成され、また、その直下には酸化保護膜の剥離原因となるポーラスなTi酸化物が形成されないことを確認した。上記効果を得るには、Siが皮膜の金属成分のみの原子%で、10%以上含有していなければならず、逆に60%を越えて含有すると、皮膜の延性ないしは硬さの低下が顕著になり、切削工具としての使用に耐えられなくなる。

【0008】a層に含まれるB、Al、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wは、TiSi系窒化物等の皮膜中において固溶強化元素として働き、皮膜の高硬度化に有効である。必要に応じB、Al、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上を微量添加することが望ましい。しかしながら皮膜の金属成分のみの原子%で10%以上添加すると、前述したSi含有による耐酸化性向上効果が得られなくなる。よって、B、Al、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wは、1種または2種以上で10%未満とする。更に、a層の微細組織は、Tiを主成分とする窒化物、炭窒化物、酸窒化物もしくは酸炭窒化物中に、Si、N₄およびSiが独立した相として存在する構造にすることで高硬度化が達成でき、著しく耐摩耗性に優れた皮膜が得られる。この様な構造を持つ皮膜、つまり本発明a層を形成するには、アーク放電方式イオンプレーティングや、スパッタリングといった物理蒸着法の違いや、同様の手法であっても成膜装置の基本的な仕様によって、その絶対値は異なるものの、被覆の際、基体に印加するバイアス電圧を-10~-100Vといった比較的低い値にすることで達成できる。

【0009】b層中のAlの役割は、皮膜の耐摩耗性および耐酸化性を向上させることである。皮膜中におけるAl含有量が少ないと、母材と皮膜の密着性は良好となるが、皮膜の金属成分のみの原子%で、Alが40%以下となると、皮膜の耐摩耗性、耐酸化性を向上させる効果が得られない。しかしながら、75%を越えて含有すると、母材と皮膜の密着性が劣化するだけでなく、逆に皮膜の硬さも低下し、工具として必要な耐摩耗性が得られない。そのため、密着性、耐摩耗性、耐酸化性をバランス良く得るために、b層のAl含有量を、皮膜の金属成分のみの原子%で、40%越え75%以下に調整

することが重要である。B、Si、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wは、TiAl系窒化物等の皮膜中において固溶強化元素として働き、皮膜の高硬度化に有効である。そのため、必要に応じB、Si、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの1種または2種以上を微量添加することが望ましい。しかしながら皮膜の金属成分のみの原子%で10%以上添加すると、母材と皮膜の密着性が低下する。そのため、密着性、耐摩耗性、耐酸化性をバランス良く得るために、B、Si、V、Cr、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wは1種または2種以上で10%未満とする。

【0010】上述のように、本発明においては母材との密着性、皮膜自体の耐摩耗性および耐酸化性をバランス良く有すb層を母材表面直上に被覆し、その上に著しく耐酸化性、耐摩耗性に優れるa層を被覆することが極めて重要であり、その結果、乾式の高速切削に対応する切削工具を得ることが可能となる。また、母材表面直上にb層を被覆した後、a層ならびにb層をそれぞれ交互に積層した多層皮膜によっても同様の効果が得られる。また、各層は必要に応じて窒化物、炭窒化物、酸窒化物、酸炭窒化物のいずれかに調整でき、それらを被覆した工具についても同様の効果が得られる。本発明の硬質皮膜被覆工具は、その被覆方法については、特に限定されるものではないが、被覆母材への熱影響、工具の疲労強度、皮膜の密着性、およびa層とb層の整合性等を考慮した場合、比較的低温で被覆でき、被覆した皮膜に圧縮応力が残留するアーク放電方式イオンプレーティング、もしくはスパッタリング等の被覆母材側にバイアス電圧を印加する物理蒸着法であることが望ましい。以下本発明を実施例に基づいて説明する。

【0011】

【実施例】小型アークイオンプレーティング装置を用い、金属成分の蒸発源である各種合金製ターゲット、ならびに反応ガスであるN₂ガス、CH₄ガス、Ar/O₂混合ガスから目的の皮膜が得られるものを選択し、被覆基体温度400°C、反応ガス圧力3.0Paの条件下にて、被覆基体である外径8mmの超硬合金製6枚刃エンドミルおよび超硬合金製インサートに、全皮膜の厚みが4μmとなるように成膜を行った。なお、本発明例の全てと、比較例51、52、53、54、55、56、57、58については、-30Vのバイアス電圧を印加し成膜したが、比較例59については、-200Vのバイアス電圧を印加し成膜した。また、従来例については、全て-100Vのバイアス電圧を印加し成膜した。

【0012】得られた硬質皮膜被覆エンドミルおよびインサートを用い、次の乾式の高速切削条件にて、刃先の欠けないしは摩耗等により工具が切削不能となるまで加工を行い、その時の切削長を工具寿命とした。エンドミ

ルの切削諸元は、側面切削ダウンカットにて、被削材 SKD11 (60HRC) を、切削速度200m/min、送り量0.03mm/刃、切り込み量Ad=12mm、Rd=0.2mmでエアーブローを用いて行った。インサートの切削諸元は、直径160mmの正面フライス(インサート形状=SEE42TN)にて、巾100mm×長さ250mmの平面加工を、被削材：SKD61(45HRC)にて、切削速度200m/min、送*

*り量0.15mm/刃、切り込み量：2.0mmで行った。表1に本発明例、表2に比較例、表3に従来例の硬質皮膜に関する詳細およびそれらの切削結果を示す。a層中のSi_xN_yならびにSiの有無についてはXPSにて確認を行い、Si_xN_yならびに(もしくは)Siの存在が認められた皮膜については表中に記した。

【0013】

【表1】

	a層		組成	XPS 定性物質	b層	組成	絶積層数 (a層+b層)	エンドミル 工具寿命(m)	インサート 工具寿命(m)
	組成	XPS 定性物質							
本 発 明 例	1 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Nb ₂)N	20	85.25	3.05			
	2 (Ti ₇ Si ₂ Nb ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Zr ₄ Y ₂)N	20	86.50	3.02			
	3 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CN	10	86.00	3.06			
	4 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Mo ₂ W ₂)N	4	86.00	3.10			
	5 (Ti ₇ Si ₂ Zr ₄ Y ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.50	3.11			
	6 (Ti ₇ Si ₂ Al ₂)CN	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	10	86.00	3.09			
	7 (Ti ₇ Si ₂ B ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.25	3.10			
	8 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CON	12	85.25	3.06			
	9 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Si ₂)CN	6	86.25	3.10			
	10 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.00	3.07			
	11 (Ti ₇ Si ₂)ON	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	86.00	3.07			
	12 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	20	85.75	3.07			
	13 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CON	30	85.75	3.09			
	14 (Ti ₇ Si ₂ Al ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	10	86.00	3.14			
	15 (Ti ₇ Si ₂ V ₂ Ta ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.25	3.10			
	16 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Zr ₄ Y ₂)N	2	86.00	3.06			
	17 (Ti ₇ Si ₂ B ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CN	4	86.25	3.11			
	18 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Zr ₄ Y ₂)N	10	86.00	3.10			
	19 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Si ₂)N	8	85.75	3.05			
	20 (Ti ₇ Si ₂ B ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.25	3.12			
	21 (Ti ₇ Si ₂ B ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	85.75	2.98			
	22 (Ti ₇ Si ₂)CN	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Zr ₄ Y ₂)N	2	86.00	3.10			
	23 (Ti ₇ Si ₂ Al ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	6	86.00	3.06			
	24 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	20	85.00	3.00			
	25 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Si ₂)N	6	85.75	3.03			
	26 (Ti ₇ Si ₂)CON	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	14	86.25	3.06			
	27 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Hf ₂ Cr ₂)N	10	86.25	3.08			
	28 (Ti ₇ Si ₂ V ₂ Ta ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	84.75	2.94			
	29 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	85.75	3.03			
	30 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ B ₂)N	2	86.00	3.18			
	31 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	40	85.25	3.04			
	32 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	86.50	2.95			
	33 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Hf ₂ Cr ₂)N	6	85.75	3.02			
	34 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ B ₂)N	4	86.00	3.00			
	35 (Ti ₇ Si ₂ V ₂ Ta ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	8	86.50	3.06			
	36 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	85.25	8.18			
	37 (Ti ₇ Si ₂)CON	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CN	2	85.75	3.04			
	38 (Ti ₇ Si ₂ Hf ₂ Cr ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	20	86.25	3.12			
	39 (Ti ₇ Si ₂ Mo ₂ W ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	6	86.25	3.07			
	40 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	40	85.00	3.00			
	41 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ V ₂ Ta ₂)N	4	86.00	3.10			
	42 (Ti ₇ Si ₂ Al ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Hf ₂ Cr ₂)N	8	86.25	3.13			
	43 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	85.50	3.05			
	44 (Ti ₇ Si ₂)CN	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)CN	4	85.75	3.06			
	45 (Ti ₇ Si ₂ Al ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	86.50	3.01			
	46 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄ Zr ₄ Y ₂)N	12	86.00	3.00			
	47 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	85.50	3.02			
	48 (Ti ₇ Si ₂)N	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	4	85.50	3.08			
	49 (Ti ₇ Si ₂)CN	Si _x N _y , Si	(Ti ₆ Al ₄)N	2	85.50	3.06			

【0014】

【表2】

	a層		b層	総積層数 (a層+b層)	エンドミル 工具寿命(m)	インサート 工具寿命(m)
	組成	XPS 定性物質	組成			
比 較 例	61	Ti ₁₀₀ N	—	(Ti _x Al _y)N	4	2.50
	62	(Ti _x Al _y)N	—	(Ti _x Si _y)N	2	3.25
	63	(Ti _x Si _y)N	Si _x N _y , Si	(Ti _x Al _y)N	4	16.75
	64	(Ti _x Si _y Nb _z)N	Si	(Ti _x Al _y)N	6	8.25
	65	(Ti _x Si _y)N	Si _x N _y , Si	(Ti _x Al _y)N	2	10.75
	66	(Ti _x Si _y)N	Si _x N _y , Si	(Ti _x Al _y Zr _z Y _w)N	2	18.25
	67	(Ti _x Si _y)N	Si _x N _y , Si	(Ti _x Al _y)N	2	4.75
	68	(Ti _x Si _y V _z Ta _w)N	Si _x N _y , Si	(Ti _x Al _y)N	40	20.50
	69	(Ti _x Si _y)N	Si	(Ti _x Al _y)N	4	22.25

【0015】

10 【表3】

	皮膜構造および組成	エンドミル 工具寿命(m)	インサート 工具寿命(m)
従 来 例	61 (Ti _x Al _y)N 単一皮膜	10.25	1.02
	62 TiN 最下層 1.44 μm +(Ti _x Al _y)N	10.25	1.05
	63 (Ti _x Al _y)N 単一皮膜	10.50	1.05
	64 TiN 最下層 1.12 μm +(Ti _x Al _y)N	9.75	1.03
	65 TiN 単一皮膜	1.25	0.12

【0016】表1、表2および表3より、本発明例は、比較例ならびに従来例と比べて、工具寿命が著しく向上しており、乾式高速切削加工に十分対応することがわかる。比較例52は、皮膜の組成については本発明に含まれるものであるが、皮膜の層構造が異なるため、エンドミルおよびインサート、両工具の切削において、皮膜の剥離が早期に生じ、非常に短寿命となった。比較例59は、皮膜の組成、層構造については本発明に含まれるものであるが、a層には、Si相のみしか存在していないため、十分な皮膜硬さが得られず本発明例に比べ短寿命

となった。また、比較例57のようにb層のAl含有量が著しく多い場合は、切削中に母材とb層の界面より剥離が生じ、極端な短寿命となった。

20 【0017】

【発明の効果】以上の如く、本発明の硬質皮膜被覆工具は、従来の被覆工具に比べ優れた耐酸化性、耐摩耗性を有すことから、乾式高速切削加工において格段に長い工具寿命が得られ、切削加工における生産性の向上に極めて有効である。